

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5498625号
(P5498625)

(45) 発行日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月14日(2014.3.14)

(51) Int.Cl.

G06F 3/041 (2006.01)

F 1

G06F 3/041 350N
G06F 3/041 330B

請求項の数 20 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2013-528204 (P2013-528204)
 (86) (22) 出願日 平成23年8月5日 (2011.8.5)
 (65) 公表番号 特表2013-539581 (P2013-539581A)
 (43) 公表日 平成25年10月24日 (2013.10.24)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2011/046844
 (87) 國際公開番号 WO2012/033581
 (87) 國際公開日 平成24年3月15日 (2012.3.15)
 審査請求日 平成25年5月7日 (2013.5.7)
 (31) 優先権主張番号 12/877,056
 (32) 優先日 平成22年9月7日 (2010.9.7)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 503260918
 アップル インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 95014 カリフォル
 ニア州 クバチーノ インフィニット ル
 ープ 1
 (74) 代理人 100092093
 弁理士 辻居 幸一
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 賢男
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100086771
 弁理士 西島 幸喜
 (74) 代理人 100109335
 弁理士 上杉 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】タッチセンシングのマスター／スレーブコントロール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1及び第2のドライブ線並びに第1及び第2のセンス線を含むタッチセンシング面と、

1つ以上のドライブ信号を前記第1のドライブ線に印加しそして1つ以上のセンス信号を前記第1のセンス線から受信するマスターントローラと、

1つ以上のドライブ信号を前記第2のドライブ線に印加しそして1つ以上のセンス信号を前記第2のセンス線から受信するスレーブコントローラと、

を備え、前記マスターントローラ及びスレーブコントローラによって受信されたセンス信号は、前記マスター及びスレーブコントローラにより印加されるドライブ信号から生じる信号の重畳を含む1つ以上のセンス信号を含むものであり、更に、

前記マスターントローラとスレーブコントローラとの間の通信リンクと、

感知信号のタッチ情報を処理して前記タッチセンシング面上又はその付近のタッチを感知する1つ以上のプロセッサと、

を備えたタッチセンシングシステム。

【請求項 2】

前記マスターントローラは、第1クロック信号及び第1コマンドを前記通信リンクを経て前記スレーブコントローラへ送信し、前記第1コマンドは、位相整列情報を含み、前記スレーブコントローラは、前記第1クロック信号及び第1コマンドに基づいてスレーブクロック信号を発生して、そのスレーブクロック信号が前記マスターントローラのマス

10

20

タークロック信号と既知の位相関係になるようにする、請求項 1 に記載のタッチセンシングシステム。

【請求項 3】

前記マスターントローラにより印加される 1 つ以上のドライブ信号は、マスタークロック信号に基づき、そして前記スレーブコントローラにより印加される 1 つ以上のドライブ信号は、スレーブクロック信号に基づく、請求項 2 に記載のタッチセンシングシステム。

【請求項 4】

前記位相整列情報は、前記第 1 クロック信号のクロックサイクルの識別を含み、前記スレーブコントローラは、その識別されたクロックサイクルに基づいて前記スレーブクロック信号の位相をセットする、請求項 2 に記載の方法。

10

【請求項 5】

前記マスター及びスレーブコントローラのドライブ信号は、マスター及びスレーブクロック信号の位相関係に基づいて前記タッチセンシング面に印加されるときに同相である、請求項 2 に記載のタッチセンシングシステム。

【請求項 6】

前記マスター及びスレーブコントローラは、前記タッチセンシング面から受信されたセンス信号を、前記マスター及びスレーブクロック信号の位相関係に基づき前記マスター及びスレーブコントローラの同相の復調信号で復調する、請求項 2 に記載のタッチセンシングシステム。

20

【請求項 7】

前記マスター及びスレーブコントローラは、各々、前記センス信号で動作するデシメーションフィルタを備え、前記マスター及びスレーブコントローラのデシメーションフィルタは、前記マスター及びスレーブクロック信号の位相関係に基づいて互いに同相で動作する、請求項 2 に記載のタッチセンシングシステム。

【請求項 8】

前記マスターントローラは、前記第 1 センス線から受信された 1 つ以上のセンス信号を前記マスタークロック信号に基づく 1 つ以上の復調信号で復調し、そして前記スレーブコントローラは、前記第 2 センス線から受信された 1 つ以上のセンス信号を前記スレーブクロック信号に基づく 1 つ以上の復調信号で復調する、請求項 1 に記載のタッチセンシングシステム。

30

【請求項 9】

前記ドライブ信号は、それらドライブ信号が第 1 の時間周期中に 1 つ以上の第 1 ドライブ線及び 1 つ以上の第 2 ドライブ線に同時に生じるように前記マスター及びスレーブコントローラにより印加される、請求項 1 に記載のタッチセンシングシステム。

【請求項 10】

前記通信リンクは、シリアルリンクである、請求項 1 に記載のタッチセンシングシステム。

【請求項 11】

前記マスターントローラとスレーブコントローラとの間の通信は、前記マスターントローラ及びスレーブコントローラの交互の送信周期を含む、請求項 1 に記載のタッチセンシングシステム。

40

【請求項 12】

前記マスターントローラとスレーブコントローラとの間の通信は、前記マスターントローラ及びスレーブコントローラの一方に対して 2 つの連続する送信周期を生じさせる第 2 コマンドの送信を含む、請求項 1 に記載のタッチセンシングシステム。

【請求項 13】

第 1 及び第 2 のドライブ線並びに第 1 及び第 2 のセンス線を含むタッチセンシング面と、1 つ以上のドライブ信号を前記第 1 のドライブ線に印加しそして 1 つ以上のセンス信号を前記第 1 のセンス線から受信するマスターントローラと、1 つ以上のドライブ信号を

50

前記第2のドライブ線に印加しそして1つ以上のセンス信号を前記第2のセンス線から受信するスレーブコントローラと、を備え、

前記マスターコントローラ及びスレーブコントローラによって受信されたセンス信号は、前記マスター及びスレーブコントローラにより印加されるドライブ信号から生じる信号の重畠を含む1つ以上のセンス信号を含むものであり、更に、

前記マスターコントローラとスレーブコントローラとの間の通信リンクと、

前記感知信号のタッチ情報を処理して前記タッチセンシング面上又はその付近のタッチを感知する1つ以上のプロセッサと、

を備えたタッチセンシングシステムで構成された移動コンピューティング装置。

【請求項14】

10

前記マスターコントローラは、第1クロック信号及び第1コマンドを前記通信リンクを経て前記スレーブコントローラへ送信し、前記第1コマンドは、位相整列情報を含み、前記スレーブコントローラは、前記第1クロック信号及び第1コマンドに基づいてスレーブクロック信号を発生して、そのスレーブクロック信号が前記マスターコントローラのマスタークロック信号と既知の位相関係になるようにする、請求項13に記載の移動コンピューティング装置。

【請求項15】

前記マスターコントローラにより印加される1つ以上のドライブ信号は、マスタークロック信号に基づき、そして前記スレーブコントローラにより印加される1つ以上のドライブ信号は、スレーブクロック信号に基づく、請求項14に記載の移動コンピューティング装置。

20

【請求項16】

前記位相整列情報は、前記第1クロック信号のクロックサイクルの識別を含み、前記スレーブコントローラは、その識別されたクロックサイクルに基づいて前記スレーブクロック信号の位相をセットする、請求項14に記載の移動コンピューティング装置。

【請求項17】

前記マスター及びスレーブコントローラのドライブ信号は、マスター及びスレーブクロック信号の位相関係に基づいて前記タッチセンシング面に印加されるときに同相である、請求項14に記載の移動コンピューティング装置。

【請求項18】

30

前記マスター及びスレーブコントローラは、前記タッチセンシング面から受信したセンス信号を、前記マスター及びスレーブクロック信号の位相関係に基づき前記マスター及びスレーブコントローラの同相の復調信号で復調する、請求項14に記載の移動コンピューティング装置。

【請求項19】

前記マスター及びスレーブコントローラは、各々、前記センス信号で動作するデシメーションフィルタを備え、前記マスター及びスレーブコントローラのデシメーションフィルタは、前記マスター及びスレーブクロック信号の位相関係に基づいて互いに同相で動作する、請求項14に記載の移動コンピューティング装置。

【請求項20】

40

前記マスターコントローラは、前記第1センス線から受信された1つ以上のセンス信号を前記マスタークロック信号に基づく1つ以上の復調信号で復調し、そして前記スレーブコントローラは、前記第2センス線から受信された1つ以上のセンス信号を前記スレーブクロック信号に基づく1つ以上の復調信号で復調する、請求項13に記載の移動コンピューティング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、全般的に、マスター/スレーブ構成を使用するタッチ検出に関するもので、より詳細には、マスター及び1つ以上のスレーブタッチコントローラの同期及び整合動作

50

に関する。

【0002】

関連出願の相互参照：本出願は、2010年9月7日に出願された米国特許出願第12/877,056号の利益を主張するもので、その内容は、全ての目的でここにそのまま援用される。

【背景技術】

【0003】

コンピューティングシステムの動作を遂行するため、現在、ボタン又はキー、マウス、トラックボール、ジョイスティック、タッチセンサパネル、タッチスクリーン、等の多数の形式の入力装置を利用することができる。特に、タッチスクリーンは、操作が容易で、多様性があり、しかも、価格が下がっていることから、益々普及しつつある。タッチスクリーンは、液晶ディスプレイ（LCD）のようなディスプレイ装置の前面に位置する透明なタッチセンサパネル、又はタッチセンシング回路がディスプレイに部分的又は完全に一体化された一体型タッチスクリーン、等を含む。タッチスクリーンは、ディスプレイ装置により表示されるユーザインターフェイス（UI）により指令される位置においてユーザが指、スタイルス又は他の物体を使用してタッチスクリーンにタッチすることにより種々の機能を遂行できるようにする。一般的に、タッチスクリーンは、タッチ事象、及びタッチセンサパネルにおけるタッチ事象の位置を認識し、次いで、コンピューティングシステムは、タッチ事象の時間に現れる表示に基づいてタッチ事象を解釈し、その後、タッチ事象に基づいて1つ以上のアクションを遂行することができる。

【0004】

例えば、相互キャパシタンスマッチセンサパネルは、多くの場合、実質的に透明な基板上に水平及び垂直方向に行列で配置されたインジウムスズ酸化物（ITO）のような実質的に透明な導電性材料のドライブ線及びセンス線のマトリクスから形成される。ドライブ線を通してドライブ信号を伝送して、ドライブ線及びセンス線の交差点又は隣接エリア（感知ピクセル）におけるスタティックな相互キャパシタンスを測定することができる。そのスタティックな相互キャパシタンス、及びタッチ事象によるスタティックな相互キャパシタンスの変化は、ドライブ信号によりセンス線に発生されるセンス信号から決定することができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

タッチセンサパネルのためのドライブ信号を発生すると共に、タッチセンサパネルからのセンス信号を受信して処理するためにコントローラを使用することができる。コントローラは、特定用途向け集積回路（ASIC）で実施される。しかしながら、特定のコントローラASIC設計では、限定された数のドライブ信号しか発生できず、又、限定された数のセンス信号しか受信できないので、大きな又は微細解像度のタッチセンサパネル上のドライブ線及びセンス線の数が増加するにつれて、その單一コントローラASICでは、それらのタッチセンサパネルをサポートするのに不充分である。

【課題を解決するための手段】

【0006】

タッチセンシング面をコントロールするように一緒に動作するマスター・タッチコントローラと1つ以上のスレーブタッチコントローラを使用してタッチセンシングを達成することができる。マスター及びスレーブタッチコントローラは、タッチセンシング面の異なるドライブ線を経てドライブ信号を送信することができ、それにより生じるセンス信号は、異なるセンス線からマスター及びスレーブコントローラにより受信することができる。各センス信号は、マスター及びスレーブコントローラからのドライブ信号から生じる重畠を含む。というのは、例えば、各センス線は、マスター・コントローラからのドライブ信号及びスレーブ・コントローラからのドライブ信号によって駆動できるからである。センス信号の処理は、マスター及びスレーブ・コントローラにおける種々のクロック信号に基づく。ス

10

20

30

40

50

レーブコントローラにおけるセンス信号処理がマスター コントローラにおけるセンス信号処理と同相になるように、スレーブのクロック信号は、マスターのクロック信号と同相で発生されられる。

【0007】

マスター コントローラとスレーブ コントローラとの間にクロック信号を送信することによりマスター コントローラとスレーブ コントローラとの間に通信リンクを確立することができる。クロック信号は、例えば、48MHzクロック信号のような高周波クロック信号である。シーケンス情報を含むコマンドがスレーブに送信され、そしてスレーブは、クロック信号及びシーケンス情報に基づいて通信シーケンスを開始する。シーケンス情報は、スレーブに、例えば、高周波クロック信号のどのクロックサイクルが通信シーケンスのスタートクロックサイクルであるか、各通信シーケンスにどれほど多くのクロックサイクルが含まれるか、及び通信シーケンスのどの部分においてマスター及びスレーブがコントロールするか、通知する。スレーブが、例えば、通信シーケンスについてトレーニングされたとき、スレーブは、通信シーケンスの第1の部分中にマスターからの通信を受け取り、そしてスレーブは、通信シーケンスの第2の部分中にマスターへ通信を送り出すことができる。

10

【0008】

マスターからスレーブへ位相整列情報を含むコマンドを送信することによりマスター コントローラとスレーブ コントローラとの間でタッチセンシング動作を同期させることができる。ドライブ信号を発生し、センス信号をフィルタリング及び復調する、等のタッチセンシング動作を行うためにマスター コントローラに使用される種々のマスタークロック信号は、スレーブ コントローラにおいて同相で発生され、種々のスレーブクロック信号がマスターと同相でタッチセンシング動作を遂行できるようにする。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】種々の実施形態による規範的なタッチセンシングシステムを示す図である。

【図2】種々の実施形態による別の規範的なタッチセンシングシステムを示す図である。

【図3】種々の実施形態による規範的なタッチセンシングプロセスを示す図である。

【図4】種々の実施形態によりタッチセンシングに使用される規範的クロック信号を示す。

30

【図5】種々の実施形態によるマスター タッチコントローラとスレーブ タッチコントローラとの間の規範的なシリアルリンクを示す。

【図6】種々の実施形態によりマスター及びスレーブ タッチコントローラを同期させる規範的な方法を示す。

【図7】種々の実施形態による規範的な同期通信を示す。

【図8】種々の実施形態による規範的なシリアルインターフェイスを示す。

【図9】種々の実施形態による規範的なバック・ツー・バック送信を示す。

【図10】種々の実施形態による規範的なアキュムレータを示す。

【図11】種々の実施形態により有効チャネルの結果データを転送する規範的な方法を示す。

40

【図12A】種々の実施形態による規範的マスター/スレーブ タッチコントローラ構成を含む規範的な移動電話を示す。

【図12B】種々の実施形態による規範的マスター/スレーブ タッチコントローラ構成を含む規範的なデジタルメディアプレーヤを示す。

【図12C】種々の実施形態による規範的マスター/スレーブ タッチコントローラ構成を含む規範的なパーソナルコンピュータを示す。

【発明を実施するための形態】

【0010】

実施形態の以下の説明において、その一部分を形成し且つ本発明の特定実施形態を一例として示す添付図面を参照する。他の実施形態も使用できると共に、本発明の実施形態の

50

範囲から逸脱せずに構造上の変更もできることを理解されたい。

【0011】

本発明は、一般的に、マスター/スレーブ構成を使用するタッチ検出に関するもので、より詳細には、マスタータッチコントローラ及び1つ以上のスレーブタッチコントローラの同期及び整合動作に関する。整合動作は、整合動作を達成できるようにマスター及び1つ以上のスレーブコントローラの種々のクロック信号を位相整列することを含む。マスター及びスレーブタッチコントローラからの同相ドライブ信号でタッチセンシング面を駆動し、マスター及びスレーブタッチコントローラにより受信されたセンス信号を同相の復調信号で復調し、そしてマスター及びスレーブタッチコントローラにおいて同相で動作するデシメーションフィルタにセンス信号を付与する、等の種々の動作は、位相整列されたクロック信号に基づいて行うことができる。

【0012】

ここに開示する実施形態は、相互キャパシタンスのタッチセンシング面に関して図示して説明するが、それら実施形態に限定されるものではなく、それらは、例えば、表面上又はその付近での單一及び/又は複数のタッチを検出できる自己キャパシタンス、光学的、抵抗性、及び他のタッチセンシング面及び技術にも適用できることを理解されたい。更に、これら実施形態は、單一マスター/單一スレーブシステムに関して図示して説明するが、ある実施形態は、單一マスター及び複数スレーブ、複数マスター及び複数スレーブ、並びに他の構成を使用するシステムを含むことを理解されたい。

【0013】

幾つかの規範的実施形態において、タッチセンシング面は、表示回路が画像を発生するときの表示段階中にインアクティブであり、そしてディスプレイのプランギング周期中のように表示回路がインアクティブであるときのタッチセンシング段階中にタッチを感知するタッチセンシング機能をもつLCDディスプレイのようなタッチスクリーンを備えている。表示回路のような装置の他の回路がインアクティブであるときにタッチを感知することは、タッチセンシング時に他の回路により生じるノイズ及び/又は干渉の影響を軽減する上で役立つが、各タッチセンシング処理に許される時間の量を短縮することにもなる。

【0014】

例えば、一体型タッチセンシングシステムのある実施形態は、自己キャパシタンスをベースとし、そしてある実施形態は、相互キャパシタンスをベースとする。自己キャパシタンスベースのタッチシステムでは、接地点への自己キャパシタンスを形成する個々の電極により各タッチピクセルが形成される。タッチピクセルに物体が接近するとき、接地点に対する付加的なキャパシタンスが物体とタッチピクセルとの間に形成される。接地点に対する付加的なキャパシタンスは、タッチピクセルから見た自己キャパシタンスの正味増加を生じさせる。自己キャパシタンスのこの増加は、タッチセンシングシステムにより検出され測定されて、複数の物体がタッチスクリーンにタッチするときにそれらの位置を決定することができる。相互キャパシタンスに基づくタッチシステムでは、タッチセンシングシステムは、例えば、ドライブ線及びセンス線のようなドライブ領域及びセンス領域を含む。1つの規範的ケースでは、ドライブ線が行に形成され、センス線が列に（例えば、直交方向に）形成される。行及び列の交点にタッチピクセルが設けられる。動作中に、行は、AC波形で刺激され、そしてタッチピクセルの行と列との間に相互キャパシタンスが形成される。物体がタッチピクセルに接近するときに、タッチピクセルの行と列との間に結合される電荷の若干が物体に結合される。タッチピクセルにまたがって結合される電荷のこの減少は、行と列との間の相互キャパシタンスの正味の減少、及びタッチピクセルにまたがって結合されるAC波形の減少を生じさせる。電荷結合AC波形のこの減少は、タッチセンシングシステムにより検出され測定されて、複数の物体がタッチスクリーンにタッチするときにそれらの位置を決定することができる。ある実施形態では、一体型タッチスクリーンは、マルチタッチ、シングルタッチ、プロジェクションスキャン、フル画像マルチタッチ、又は容量性タッチである。

【0015】

10

20

30

40

50

マスター / スレーブシステムを使用してタッチセンシングをコントロールすることは、幾つかの効果を発揮する。例えば、タッチコントローラのある集積回路 (I C) 実施では、マスター / スレーブ構成が D I E に必要な接続の数の減少を生じさせ、これは、安価で及び / 又は小さな D I E パッケージオプションを使用できるようにし、例えば、ボールグリッドアレイパッケージではなく、ウェハチップスケールのパッケージを使用できるようになる。その結果、装置のコスト、サイズ及び / 又は厚みを減少することができる。

【 0 0 1 6 】

あるケースにおいて、2つ以上のタッチコントローラをマスター / スレーブ構成で使用してタッチセンシングシステムを設計することは、単一のタッチコントローラを使用するよりも安価である。例えば、タッチパッド及びタッチスクリーンのような大きく及び / 又は高解像度のタッチセンシング面は、既存のタッチコントローラが単一のスキャンにおいて処理できる以上のドライブ線及び / 又はセンス線を含むように設計される。あるケースでは、第1のスキャン中にあるドライブ / センス線をスキャンし、次いで、第2のスキャン、例えば、デュアルスキャン中に残りのドライブ / センス線をスキャンすることにより、単一の既存のタッチコントローラを使用して、新たなタッチセンシング面のタッチセンシングをコントロールすることができる。しかしながら、あるアプリケーションでは、パネルのデュアルスキャンに必要な時間より短い時間内にタッチデータを処理することが必要となる。このケースにおける1つのオプションは、大きなタッチセンシング面を取り扱うためにより多くのドライブチャンネル及びセンスチャンネルを含む新たなタッチコントローラを設計することである。しかしながら、新たなタッチコントローラを設計することは、高価である。あるケースでは、新たなタッチコントローラを設計するのではなく、2つ以上の既存のタッチコントローラをマスター / スレーブ構成で使用して、新たなタッチセンシング面をコントロールすることにより、著しいコスト節約を実現することができる。

【 0 0 1 7 】

しかしながら、あるタッチセンシングシステムでは、マスター / スレーブ構成を実施することが困難である。例えば、あるタッチセンシングシステムにおけるタイミングの制約で、タッチコントローラのマスター / スレーブ構成の実施にバリアが課せられる。あるタッチセンシングシステムでは、タッチセンシングの正確な動作にとって種々の信号、事象、等の同期が重要である。

【 0 0 1 8 】

例えば、あるタッチセンシングシステムは、複数のドライブチャンネルを複数の同時ドライブ信号で刺激して、1つ以上のセンス信号を発生させることができる。各センス信号は、複数のドライブ信号から生じる信号の重畳を含む。1つ以上のセンス信号から種々の方法によりタッチ情報を抽出することができる。例えば、ある相互キャパシタンスマッチセンシングシステムでは、センス線上の複数の位置における電荷の注入からセンス信号が発生される。電荷の注入は、複数のドライブ線に同時に付与されるドライブ信号に対応する。センス信号は復調され、そして抽出されたデータは、多数のスキャンステップを経て積分されて、タッチデータを得ることができる。正確に復調するには、例えば、刺激信号の位相、復調信号の位相の高さの同期、種々の処理動作のタイミング、等を必要とする。

【 0 0 1 9 】

図1は、本開示の実施形態による規範的タッチスクリーン120の1つの具現化を示す規範的コンピューティングシステム100のブロック図である。このコンピューティングシステム100は、例えば、移動電話、デジタルメディアプレーヤ、パーソナルコンピュータ、又はタッチスクリーンを含む他の装置に含まれることができる。このコンピューティングシステム100は、1つ以上のタッチプロセッサ102、周辺機器104、マスター・タッチコントローラ106、スレーブタッチコントローラ166、及びタッチセンシング回路（以下に詳細に述べる）を含むタッチセンシングシステムを備えている。周辺機器104は、ランダムアクセスメモリ（RAM）又は他の形式のメモリ又は記憶装置、ウォッチドッグタイマー、等を含むが、それに限定されない。マスタータッチコントローラ1

10

20

30

40

50

06は、1つ以上のセンスチャンネル108、チャンネルスキャンロジック110、バス111(進歩型高性能バス(AHB)のような)、シリアルインターフェイス113及びドライバロジック114を含むが、それに限定されない。チャンネルスキャンロジック110は、種々の周波数及び位相の刺激信号116を発生するようにドライバロジック114をコントロールし、その刺激信号は、以下に詳細に述べるように、マスター・タッチコントローラ106に接続されたタッチスクリーン120のドライブ線122に選択的に付与される。センスチャンネル108は、マスター・タッチコントローラ106に接続されたタッチスクリーン120のセンス線123からセンス信号117を受信する。チャンネルスキャンロジック110は、RAM112にアクセスしてデータを書き込み及び読み取ることができる。例えば、センス信号が処理された後に(以下に詳細に述べる)、チャンネルスキャンロジック110は、それにより得られるデータをセンスチャンネル108から自律的に読み取り、そしてそれにより得られるデータを、RAM112に書き込むことにより累積する。従って、RAM112は、結果データのアキュムレータとして機能する。又、チャンネルスキャンロジック110は、センスチャンネル108をコントロールすることもできる。

【0020】

スレーブタッチコントローラ166は、マスター・タッチコントローラと同じ要素を備え、例えば、1つ以上のセンスチャンネル168、チャンネルスキャンロジック170、バス171(AHBのような)、シリアルインターフェイス173、及びドライバロジック174を含む。チャンネルスキャンロジック170は、種々の周波数及び位相の刺激信号176を発生するようにドライバロジック174をコントロールし、その刺激信号は、以下に詳細に述べるように、スレーブタッチコントローラ166に接続されたタッチスクリーン120のドライブ線122に選択的に付与される。センスチャンネル168は、スレーブタッチコントローラ166に接続されたタッチスクリーン120のセンス線123からセンス信号177を受信する。チャンネルスキャンロジック170は、RAM172にアクセスしてデータを書き込み及び読み取ることができる。センス信号が処理された後に、チャンネルスキャンロジック170は、それにより得られるデータをセンスチャンネル168から自律的に読み取り、そしてそれにより得られるデータを、RAM172に書き込むことにより累積し、RAM172が結果データのアキュムレータとして機能できるようになる。又、チャンネルスキャンロジック170は、センスチャンネル168をコントロールすることもできる。

【0021】

ある実施形態では、タッチプロセッサ及び周辺機器の機能が、マスター・タッチコントローラ、マスター・タッチコントローラ及び1つ以上のスレーブタッチコントローラの両方、等に含まれて、タッチプロセッサ102及び周辺機器104が個別のコンポーネントとして要求されないようにしてよい。ある実施形態では、マスター及びスレーブタッチコントローラの各々は、単一の特定用途向け集積回路(ASIC)として具現化することができる。ある実施形態では、マスター及びスレーブタッチコントローラが同じ設計を有し、即ち同じタッチコントローラの2つのインスタンスは、一方がマスターとして動作するように構成され、そして他方がスレーブとして動作するように構成され、このケースでは、例えば、スレーブが独立して実行できるクロック信号の発生及び他の動作をディスエイブルして、スレーブがマスタークロック信号、等だけに依存し、同期の取り易い動作を行えるようにする。例えば、スレーブは、それ自身でクロック信号を発生するのではなく、マスターからクロック信号を受信するように構成することができる。同様に、マスターは、それが発生するクロック信号をスレーブに送信するように構成することもできる。ある実施形態は、1つ以上のマスター・タッチコントローラ及び/又は1つ以上のスレーブ・タッチコントローラを含むことができる。

【0022】

コンピューティングシステム100は、シリアルインターフェイス113及びシリアルインターフェイス173を経て各々マスター・タッチコントローラ106及びスレーブ・タッ

10

20

30

40

50

チコントローラ 166 を接続するシリアルリンク 115 を備えている。このシリアルリンク 115 は、例えば、クロック信号に 1 本及びデータに 1 本の、2 本のワイヤを含む。マスター・タッチコントローラ 106 の種々の要素は、以下に詳細に述べるように、シリアルリンク 115 を経てスレーブ・タッチコントローラ 166 の要素と通信することができる。又、コンピューティングシステム 100 は、タッチプロセッサ 102 から出力を受け取ると共に、その出力に基づきアクションを遂行するホストプロセッサ 128 も備えている。例えば、ホストプロセッサ 128 は、プログラム記憶装置 132、及びディスプレイ・コントローラ、例えば、LCD ドライバ 134 に接続される。ホストプロセッサ 128 は、LCD ドライバ 134 を使用して、ユーザインターフェイス (UI) の画像のような画像をタッチスクリーン 120 に発生し、そしてタッチプロセッサ 102、マスター・タッチコントローラ 106 及びスレーブ・タッチコントローラ 166 を使用して、タッチスクリーン 120 上又はその付近のタッチ、例えば、表示された UI 上のタッチ入力を検出することができる。タッチ入力は、プログラム記憶装置 132 に記憶されたコンピュータプログラムにより使用されて、これに限定されないが、カーソル又はポインタのような物体を移動し、スクロール又はパンを行い、コントロール設定を調整し、ファイル又はドキュメントを開き、メニューを見、選択を行い、インストラクションを実行し、ホスト装置に接続された周辺装置を動作し、電話コールに返答し、電話コールを発信し、電話コールを終了し、ボリューム又はオーディオ設定を変更し、住所、頻繁にダイヤルされる番号、受けたコール、逸したコールのような電話通信に関する情報を記憶し、コンピュータ又はコンピュータネットワークにログオンし、コンピュータ又はコンピュータネットワークの限定エリアへの許可された個人のアクセスを許し、コンピュータデスクトップのユーザの好みの構成に関連したユーザプロフィールをロードし、ウェブコンテンツへのアクセスを許し、特定のプログラムを起動し、メッセージを暗号化又はデコードし、等々を含むアクションを遂行する。又、ホストプロセッサ 128 は、タッチ処理に関係のない付加的なファンクションを遂行することもできる。

【0023】

タッチスクリーン 120 は、複数のドライブ線 122 及び複数のセンス線 123 を有する容量性感知媒体を含むタッチセンシング回路を備えている。「線」という語は、当業者に容易に明らかなように、ここでは単なる導電性経路を意味するのに時々使用され、厳密に直線的である構造に限定されず、方向の変化する通路を含み、異なるサイズ、形状、材料、等の経路を含むことに注意されたい。ドライブ線 122 の 1 つのセットは、マスター・タッチコントローラ 106 によりドライバロジック 114 からマスター・ドライブインターフェイス 124a を経ての刺激信号 116 で駆動され、そしてドライブ線 122 の別のセットは、スレーブ・タッチコントローラ 166 によりドライバロジック 174 からスレーブ・ドライブインターフェイス 124b を経ての刺激信号 176 で駆動される。それによりセンス線 123 の 1 つのセットに発生されるセンス信号 117 は、センスインターフェイス 125 を経てマスター・タッチコントローラ 106 のセンスチャンネル 108 (事象検出・復調回路とも称される) 108 へ送信され、及びそれによりセンス線 123 の別のセットに発生されるセンス信号 117 は、センスインターフェイス 125 を経てスレーブ・タッチコントローラ 166 のセンスチャンネル 168 へ送信される。このように、ドライブ線及びセンス線が相互作用して、タッチピクセル 126 及び 127 のような、タッチ画素 (タッチピクセル) と考えられる容量性感知ノードを形成する。このように理解することは、タッチスクリーン 120 がタッチの「画像」を捕獲するものとみなされるときに特に有用である。換言すれば、センス信号 117 及び 171 から抽出されるタッチデータは、タッチスクリーンの各タッチピクセルにおいてタッチが検出されたかどうか決定するのに使用され、そしてタッチが生じたタッチスクリーンのタッチピクセルのパターンは、タッチの「画像」(例えば、指がタッチスクリーンにタッチするパターン) と考えられる。マスター及びスレーブ・タッチコントローラによりコントロールされるドライブ線及びセンス線の特定の組み合わせは、マスター及びスレーブが駆動できるドライブ線の数、マスター及びスレーブが処理できるセンス線の数、等のファクタに依存する。

10

20

30

40

50

【0024】

図2は、本開示の実施形態によるタッチコントローラの規範的マスター/スレーブシステムによりコントロールされるドライブ線及びセンス線の1つの規範的な組み合わせを示す。図2は、ドライブ線203及びセンス線205を含むタッチスクリーン201を示す。この規範的な実施形態では、40本のドライブ線203と、30本のセンス線205がある。マスターでコントロールされるドライブ線203aとして図2に示された20本のドライブ線203のセットは、ピンアウト207を通してマスター・タッチコントローラ206に接続され、そして(スレーブでコントロールされるドライブ線203bとして示された)20本のドライブ線203のセットは、ピンアウト211を通してスレーブ・タッチコントローラ209に接続される。マスターでコントロールされるセンス線205aとして図2に示された15本のセンス線205のセットは、マスター・タッチコントローラ206に接続され、そしてスレーブでコントロールされるセンス線205bとして示された15本のセンス線205のセットは、スレーブ・タッチコントローラ209に接続される。この例では、ピンアウト207及びピンアウト211は、図1のドライブインターフェイス124a及び124bのような、マスター及びスレーブのドライブインターフェイスとして働き、そしてピンアウト213及びピンアウト215は、図1のセンスインターフェイス125のような、マスター及びスレーブのセンスインターフェイスとして働く。マスター及びスレーブのタッチコントローラは、図1のシリアルインターフェイス113及び173とシリアルリンク115のように、マスター及びスレーブがシリアルリンク221を経て通信できるようにするシリアルインターフェイス217及び219を各々含む。

【0025】

図3は、本開示の実施形態による規範的なタッチセンシング動作を示す。タッチスクリーン301は、ドライブ線303及びセンス線305を含む。マスター・タッチコントローラのドライバロジック307は、例えば、8MHzクロック信号に基づきドライブ送信器311により送信される刺激信号309で幾つかのドライブ線303を駆動する。各刺激信号309は、センス線305と相互作用する。その相互作用は、対応するタッチピクセル314におけるタッチの量に基づいて変化し、そしてそのタッチの量の情報を含む信号をセンス線に生じさせる。スレーブ・タッチコントローラのドライバロジック315は、例えば、8MHzクロック信号321に基づいてドライブ送信器319により送信される刺激信号317で他のドライブ線303を駆動する。各刺激信号317は、センス線305と相互作用し、そしてその相互作用は、対応するタッチピクセル322におけるタッチの量に基づいて変化し、そのタッチの量の情報を含む信号をセンス線に生じさせる。刺激信号309及び317は、同時に送信されて、マスター及びスレーブのタッチコントローラからの刺激信号が同時にセンス線305と相互作用するようにし、各刺激信号とセンス線との相互作用から生じる信号の重畠であるセンス信号323を生じさせる。換言すれば、センス信号323は、複数のタッチピクセル314及び322におけるタッチの量の複合情報を含むタッチ情報を含むことができる。センス信号323は、マスター(又はスレーブ)タッチコントローラのセンスチャンネル325によって受信される。

【0026】

センスチャンネル323の増幅器327は、センス信号323を増幅し、そしてバンドパスフィルタ(BPF)329は、増幅された信号をフィルタリングする。フィルタリングされた信号は、アナログ/デジタルコンバータ(ADC)331によりデジタル信号へと変換される。例えば、ADC331は、刺激信号周波数より高いレートでサンプリングすることによりノイズの量をカットダウンするために高速度で信号をオーバーサンプルするように動作できるシグマ・デルタADCである。この例では、ADC331は、クロック信号333に基づき48MHzのレートで信号をサンプリングする。ADC331は、例えば、48MHzのサンプルレートにおいて4ビットであるデジタル信号を出力する。このデジタル信号は、12MHzクロック信号337に基づいてデシメーションフィルタ(DCF)335でフィルタリングされて、例えば、4MHzのサンプリングレートにおいて11ビットであるデジタル信号を生じさせる。この信号は、次いで、4MHzクロック

ク信号 341 に基づき復調器 339 により復調されて、タッチ情報を抽出する。ある実施形態では、復調された信号からのタッチ情報は、例えば、図 1 に示す RAM112 (又はセンスチャンネル 325 がスレーブタッチコントローラにある場合には RAM172) のアキュムレータのような記憶装置においてある時間周期にわたりタッチ情報を累算することにより、タッチスクリーン 301 の複数のスキャンにわたって積分することができる。ある実施形態では、タッチ情報は、各個々のタッチピクセルにおけるタッチの量の情報を抽出するために、他のタッチ情報と結合する必要がある。例えば、タッチ情報は、個々のタッチピクセルにおけるタッチの量の情報に対応する固有値(eigenvalue)を決定するためには、特異値分解 (SVD) を含む固有値分析のような処理方法を使用して他のセンス線及び / 又は他のスキャンのタッチ情報と結合される。ある実施形態では、処理方法は、例えば、マトリクス演算を含む。

【0027】

図 3 に示したように、マスター・タッチコントローラのセンスチャンネル 325 におけるセンス信号 323 の処理は、例えば、マスターの 3 つのクロック信号、即ちクロック信号 333 (48MHz)、クロック信号 337 (12MHz) 及びクロック信号 341 (4MHz) に基づく。ある実施形態では、例えば、センスチャンネル 325 の処理によってセンス信号 323 から抽出されるタッチ情報の精度は、センス信号 323 を発生する刺激信号が、クロック信号 333、337 及び / 又は 341、即ちマスターの 48MHz、12MHz 及び / 又は 4MHz クロック信号と同相であることを要求する。例えば、刺激信号と同相でない復調信号での復調は、直流 (DC) オフセットを表わすエラーを招くことがある。あるタッチセンシングシステムでは、タッチ情報が、復調された信号の DC 部分の尺度であり、従って、DC オフセットエラーは、タッチ測定のエラーを招くことがある。ある実施形態では、例えば、積分、復調、等のプロセスによるタッチ情報の結合のためにエラーが複合化される。それ故、ある実施形態では、種々のクロック信号の位相整列が考慮すべき事柄となる。

【0028】

図 4 は、本開示の規範的な実施形態によるマスター・タッチコントローラの 48MHz クロック信号 333、12MHz クロック信号 337、8MHz クロック信号 313、及び 4MHz クロック信号 341 の規範的方形波クロック信号を示す。図 4 は、時間 $t = X$ において、クロック信号 333、337、313 及び 341 の各々が低状態から高状態になることを示す。従って、この例では、クロック信号は、時間 X に同相である。更に、高周波数のクロック信号、即ちクロック信号 333、337 及び 313 は、各々、その周波数が、低周波数のクロック信号、即ちクロック信号 341 の周波数の整数倍であるから、当業者であれば、4 つのクロック信号は、クロック信号 341 が低状態から高状態になるときに同相となることが理解されよう。換言すれば、クロック信号 341 が低状態から高状態になるときに、他の 3 つのクロック信号も、各々、低状態から高状態となる。マスター・タッチコントローラは、クロック信号 333、337、313 及び 341 を、それらが、図 4 に示すように、時間 X において同相となるように内部で発生する。従って、マスターの刺激信号 309 から生じるセンス信号 323 の部分は、マスターのセンスチャンネル 325 の ADC331、DCF335 及び復調器 339 により各々処理のために使用されるクロック信号 333、337 及び 341 と同相である。

【0029】

しかしながら、上述したように、センス信号 323 は、マスターの刺激信号 309 及びスレーブの刺激信号 317 に基づく信号の重畠である。換言すれば、マスターのセンスチャンネル 325 により受信されるセンス信号 323 は、スレーブタッチコントローラのクロック信号、即ち刺激信号 317 のベースとなるクロック信号 321 (8MHz) に一部分基づくものである。それ故、スレーブタッチコントローラのクロック信号 321 がマスター・タッチコントローラのクロック信号 333、337 及び 341 と同相となって、例えば、スレーブの刺激信号 317 から生じるセンス信号 323 の部分がマスターのセンスチャンネル 325 において処理のために適した位相となるようにすることが望まれる。

10

20

30

40

50

【0030】

同様に、他のセンス信号は、スレーブタッチコントローラのセンスチャンネルによって受信され、それらセンス信号の処理は、スレーブの3つの対応するクロック信号（即ち、48MHzクロック信号、12MHzクロック信号、及び4MHzクロック信号、図示せず）に基づく。スレーブタッチコントローラのセンスチャンネルによるタッチ情報の正確な決定は、マスターの8MHzクロック信号313及びスレーブのクロック信号、即ちスレーブの48MHz、12MHz及び4MHzクロック信号の位相整列に依存する。要するに、マスター及びスレーブコントローラを使用して、互いのドライブ信号に基づく信号の重畠を含むセンス信号を処理するこの例において、センスチャンネルの処理から抽出されるタッチ情報の精度は、全ての相対的クロック、例えば、マスター及びスレーブの48MHz、12MHz及び4MHzクロック信号の位相整列に依存する。10

【0031】

本開示の実施形態により、シリアルリンクのような通信リンクを経てマスター及びスレーブタッチコントローラの同相クロック信号を発生することによりマスター及びスレーブタッチコントローラを同期させる規範的方法を、図5-7を参照して以下に説明する。この規範的方法において、複数のクロック信号の1つ（例えば、48MHzクロック信号）は、マスターとスレーブとの間で送信され、そしてその送信されるクロック信号に基づいて、残りのクロック信号（例えば、12MHz、8MHz及び4MHzクロック信号）が発生される。刺激信号を送信し、センス信号を受信し、そしてセンス信号を処理してタッチ情報を得ることを含む上述した規範的なタッチセンシング動作は、種々のクロック信号の位相整列が、あるマスター/スレーブタッチセンシング構成において効果的であることを例示する目的で最初に説明したこと注意されたい。しかしながら、ほとんどの実施形態では、上述したタッチセンシング動作は、マスター及びスレーブクロック信号の位相整列の後に、例えば、図5-7を参照して以下に述べる1つ以上の規範的サンプルを使用して遂行される。20

【0032】

図5は、本開示の実施形態による規範的なマスター/スレーブタッチコントローラシステムを示す。マスタータッチコントローラ501は、シリアルリンク505でスレーブタッチコントローラ503に接続される。マスタータッチコントローラ501のマスターシリアルインターフェイス507、及びスレーブタッチコントローラ503のスレーブシリアルインターフェイス509は、共通のクロック信号を確立し、マスター及びスレーブのタッチコントローラ間のシリアル通信を確立し、1つ以上の低周波数クロック信号の同期をとり、スレーブタッチコントローラをプログラミングし、そして結果データを集中処理のためにプロセッサへ送信し、例えば、結果データをスレーブタッチコントローラから、マスタータッチコントローラに位置するプロセッサへ送信する、等の動作を遂行することができる。この例では、シリアルリンク505は、クロック線511及びデータ線513を含む。マスター及びスレーブタッチコントローラは、データ線513を経て、コマンド、コントロールキャラクタ、タッチ処理の結果、等のデータを送信することができる。30

【0033】

図5-6を参照すれば、マスタータッチコントローラ501は、48MHzのマスタークロック信号515を発生する（601）クロック（図示せず）を含む。又、マスタータッチコントローラ501では、例えば、12MHz、8MHz及び4MHzクロック信号（図示せず）のような他のクロック信号も発生される。マスタータッチコントローラにより発生されるクロック信号は、例えば、図4に示すクロック信号333、337、313及び341に対応する。以前の通信等においてエラーが検出された後にシステムが最初にスタートするときに生じる初期化プロセスでは、マスタータッチコントローラ501は、クロック線511を経てスレーブタッチコントローラ503へマスタークロック信号515を送信する（602）。ある実施形態では、マスタータッチコントローラは、マスタークロック信号515の前に、例えば、リセット信号を送信し、この信号は、スレーブのある動作を停止させてスレーブがシリアルリンク505を監視する初期状態にスレーブタッ4050

チコントローラを復帰させる。マスターの48MHzクロック信号をスレーブへ送信する結果として、マスタータッチコントローラにより発生される48MHzクロック信号は、本質的に、スレーブタッチコントローラにより使用される48MHzクロック信号と同じである。それ故、以下に述べるように、例えば、送信遅延、処理遅延、等がもしあれば、それによるクロック信号515の位相シフトを考慮した後に、マスター及びスレーブタッチコントローラの48MHzクロック信号は、同相となる。

【0034】

マスタータッチコントローラ501は、シリアルリンク505のデータ線513にわたって通信シーケンスを確立するようにスレーブタッチコントローラ503をトレーニングする(603)。例えば、マスタータッチコントローラ501は、スレーブタッチコントローラ503との通信シーケンスを開始するためにデータ線513を経て、例えば、同期リンクキャラクタのようなコマンドを送信することができる。1つの規範的な通信シーケンスでは、マスターが時間周期の第1の半分の間にデータ線を経て送信を行いそしてスレーブがその時間周期の第2の半分の間にデータ線を経て送信を行う両方向通信をデータ線513に確立することができる。例えば、24クロックサイクル周期(例えば、クロックサイクル0-23と番号付けされる)をマスターとスレーブとの間で共有することができ、マスターは、通信シーケンスの第1の部分、例えば、第1の12個のクロックサイクル(即ち、クロックサイクル0-11)をマスター送信周期としてコントロールし、そしてスレーブは、第2の部分、例えば、第2の12個のクロックサイクル(即ちクロックサイクル12-23)をスレーブ送信周期としてコントロールすることができる。あるシーケンス情報、例えば、各マスター/スレーブ送信周期におけるクロックサイクルの数、並びにマスター及びスレーブ送信周期に使用される各通信シーケンスの部分が予め決定される。ある実施形態では、例えば、同期リンクキャラクタは、通信シーケンスの始めのクロックサイクルを単に指示するコマンドであり、これは、クロックサイクル0において48MHzクロックサイクルのカウントを開始すべきときをスレーブに指示し、そしてスレーブのメモリは、通信シーケンスの長さ(例えば、0-23のクロックサイクル)、マスター送信のためのクロックサイクル、及びスレーブ送信のためのクロックサイクルについてスレーブに事前にローカル記憶できるデータを含む。スレーブコントローラは、マスターにより送信されるシーケンス情報に関連して使用すべくローカルメモリから事前に記憶されたデータを読み取ることができる。

【0035】

例えば、同期リンクキャラクタは、どの48MHzクロックサイクルがマスター/スレーブ通信シーケンスの第1クロックサイクル(例えば、クロックサイクル0)であるか、どの48MHzクロックサイクルが最後のクロックサイクル(例えば、クロックサイクル23)であるか、通信シーケンスのどの部分がマスター及びスレーブによりコントロールされるか、を知るためにスレーブをトレーニングすることができる。データ線513を経ての通信のコントロールは、マスターとスレーブとの間で交互に行うように継続することができる。マスターとスレーブとの間に通信が確立された後に、例えば、12MHz、8MHz及び4MHzクロックのようなスレーブの低周波数クロックは、マスターの低周波数クロックと同相にセットされて、以下に述べるように、タッチセンシング動作をマスター及びスレーブにより同相で遂行することができる。

【0036】

図7は、本開示の実施形態による規範的なクロック信号設定プロセスを示す。図7は、図6のトレーニング603がマスター及びスレーブタッチコントローラ間にシリアル通信を確立した後にデータ線513を経て行われるマスター送信及びスレーブ送信を示す。図7は、マスター/スレーブ48MHzクロック信号、即ちクロック信号333、マスター4MHzクロック信号341、及びスレーブ4MHzクロック信号701を示す。第1の時間周期703の48MHzクロックサイクルの第1の12個のクロックサイクル中に、マスタータッチコントローラは、データ線513上の送信をコントロールし、そしてスレーブタッチコントローラは、第1の時間周期の第2の12個のクロックサイクル中に送信

10

20

30

40

50

をコントロールする。第1の時間周期703は、例えば、図6のトレーニング603によるマスターとスレーブとの間の通信の確立直後の時間周期であるか、又は第1の時間周期703は、その後の時間周期である。各マスター/スレーブ送信に12個のクロックサイクルを使用することは、この例では有意義である。というのは、高周波数クロック信号48MHzと低周波数クロック信号4MHzが12の係数で相違し、内部プロセスを4MHzで便利に実行できるからである。

【0037】

マスター及びスレーブタッチコントローラは、データ線513を経てパケット705及び707のようなパケット化データを送信することができる。各パケットは、例えば、10ビットキャラクタ、1ビットの補助、及び1ビットの折り返しを含む12ビットパケットである。10ビットキャラクタは、例えば、8b/10bエンコードデータである。

10

【0038】

上述したように、マスタータッチコントローラは、48MHzクロック信号をスレーブへ送信するので、マスター及びスレーブタッチコントローラの48MHzクロック信号(高周波数クロック信号)は、同じクロック信号であり(図7に1つのクロック信号333として示す)、それ故、同相である。クロック信号333に基づいてシリアル通信プロトコルを確立することができる。ある実施形態では、スレーブタッチコントローラは、マスターから受信した高周波数クロック信号に基づいて他のクロック信号を発生することができる。最初、スレーブの他のクロック信号は、マスターの対応するクロック信号と同相ではない。この規範的な実施形態では、第1の時間周期703の間に、マスター及びスレーブの低周波数クロック信号、即ち4MHzクロック信号341及び701は、同相ではない。この例では、クロック信号341は、第1の時間周期703の第1の48MHzクロックサイクルに低から高へ至り、そしてクロック信号701は、第4の48MHzクロックサイクルに低から高へ至る。

20

【0039】

図6を参照すれば、トレーニング(603)によりマスター及びスレーブタッチコントローラ間にシリアル通信が確立された後に、例えば、マスターは、8b/10bコントロールキャラクタを送信し、そしてスレーブは、それを受信してマスターに応答する。例えば、マスタータッチコントローラは、スレーブタッチコントローラにクロックセットコマンドを送信する(604)。このクロックセットコマンドは、スレーブが、1つ以上の他のクロック信号を、マスターにおける対応するクロック信号と同相にセットできるようとする。スレーブタッチコントローラは、クロックセットコマンドを受信し、そしてそのクロック信号の1つ以上をクロックセットコマンドの位相整列情報に基づいてセットすることができる(605)。位相整列情報は、マスタータッチコントローラの1つ以上のクロック信号が、例えば、低状態から高状態になる時間を指示する。図7は、マスタータッチコントローラが、第1の時間周期703の間に、クロックセットコマンド709をパケット705の10ビットコントロールキャラクタとして送信する規範的なクロックセット手順を示す。クロックセットコマンド709は、スレーブタッチコントローラに、例えば、その低周波数クロック信号を、その後の時間周期、例えば、スレーブがクロックセットコマンドを受信した2つの時間周期後の時間周期の第1の48MHzクロックサイクルに低から高になるようセットするよう命令する。図7は、スレーブタッチコントローラが第1の時間周期703に送信されたクロックセットコマンド709を受信し、そしてスレーブが、第1の時間周期の2つの時間周期後の第3の時間周期711の第1の48MHzクロックサイクルにクロック信号701を低から高になるようセットできることを示す。

30

【0040】

この規範的実施形態では、スレーブ及びマスタークロック信号は、スレーブの低周波数クロック信号が時間周期の第1の48MHzクロックサイクルにおいて低から高になるようにセットされたときに同相となる。ある実施形態では、スレーブ及びマスタークロック信号は、通信遅延、パネル遅延、等のシステムの遅延のために、48MHzクロックサイクルの異なる1つにおいて同相である。例えば、ある実施形態では、タッチセンシング面

40

50

のドライブ線及びセンス線の構成で、マスターにより受信されるセンス信号が、スレーブにより受信されるセンス信号より早目に受信されるようにする。このケースでは、スレーブのセンス信号の受信の遅延は、それに対応する遅延をスレーブの低周波数クロック信号に要求する。従って、ある実施形態では、クロックセットコマンドは、スレーブが、例えば、第3の48MHzクロックサイクルに低周波数クロック信号を低から高にするようにセットさせる。換言すれば、スレーブの低周波数クロック信号は、48MHzクロック信号と、例えば、3つの48MHzクロックサイクルによるタッチセンシングシステムの既知の遅延差のような位相整列情報とに基づく。マスター及びスレーブのクロック信号がマスター及びスレーブで遂行されるタッチセンシング動作に対して同相となるように、スレーブクロック信号をマスタークロック信号と既知の位相関係で発生することができる。 10

【0041】

ある実施形態では、スレーブタッチコントローラは、マスターからクロックセットコマンドを受信するまで、他のクロックを発生しない。このケースでは、スレーブがマスターからコマンドを受信した後に、スレーブは、適当な時間に1つ以上の他のクロック信号の発生を単純に開始して、それらがマスターのクロック信号と同相になるようにする。

【0042】

上述したように、マスター及びスレーブタッチコントローラのクロック信号が同相になると、図1-4を参照して上述したタッチセンシング動作を、マスタータッチコントローラのコントロールのもとで、例えば、シリアルリンクを使用して遂行して、コマンドをスレーブに通信し、スレーブをプログラムし、スレーブからデータを受信し、等々を行うことができる。マスター及びスレーブタッチコントローラのシリアルインターフェイス113及び173のようなシリアルインターフェイスは、シリアルリンクを経て通信する機能を与えることができる。 20

【0043】

図8は、本開示の実施形態により、シリアルリンク803と、AHBのようなバス805を経て接続されるタッチコントローラのコンポーネントとの間にインターフェイスを与えることのできる規範的なシリアルインターフェイス801を示す。シリアルインターフェイス801は、例えば、図1のシリアルインターフェイス113及び/又はシリアルインターフェイス173として具現化される。シリアルインターフェイス801は、シリアルリンク803への低レベルインターフェイスを与える物理的リンク区分807と、バス805に接続されるタッチコントローラの種々のコンポーネント及び他のシステムコンポーネント、例えば、プロセッサ811、アキュムレータ815を含むメモリ813、及びパネルスキャンコントロール817への高レベルインターフェイスを与えるパケットデコード・発生区分809とを備えている。 30

【0044】

シリアルリンク803上の送信は、例えば、8b/10bプロトコルの下でエンコードされたデータパケットである。物理的リンク区分807は、データパケットを受信してそのバイト整列を遂行する整列モジュール819と、エンコードされたパケットを8ビットデータへ変換し、エラーチェックを行い、そしてデータを更なる処理のためにパケットデコード・発生区分809へ送信する8b/10bデコード821とを備えている。物理的リンク区分807は、出て行く8ビットパケットを10ビットパケットへ変換しそしてそれをシリアルライザ825へ送信する8b/10bエンコード825も備え、シリアルライザ825は、パケットをシリアル化しそしてシリアルリンク803を横切って送信する。又、物理的リンク区分807は、図6のトレーニング(603)のようなトレーニング動作を遂行して、シリアルリンク803のデータ線を横切って他のタッチコントローラとシリアル通信を確立することのできるトレーニングモジュール827も備えている。 40

【0045】

パケットデコード・発生区分809は、8b/10bデコード821からの8ビットパケットデータをデコードしそして、例えば、パケットの行先を決定するパケットデコード831も含むシリアル受信(RX)区分829を備えている。シリアルRX区分829は 50

、パケットをパケットデコード・発生区分809内のその行先へ送信するか、又は行先がパケットデコード・発生区分の外部である場合にはパケットを、バス805を経て送信するためバスインターフェイス833へ転送する。シリアル送信(TX)区分835は、シリアルリンク803を経て送信されるべき要求のプライオリティを決める要求セレクタ837を備えている。例えば、要求セレクタ837は、ラウンドロビンスケジューラのようなスケジューラである。又、シリアルTX区分835は、シリアルリンク803を経て送信されるべきデータをパケット化するパケットジェネレータ839も備えている。

【0046】

バスインターフェイス833は、シリアルインターフェイス801がバス805を経てタッチコントローラの他のコンポーネントと通信できるようにするバスマスターインターフェイス841及びバススレーブインターフェイス843を備えている。バスマスターインターフェイス841は、例えば、シリアルインターフェイス801の他のコンポーネントと通信して、読み取り/書き込み登録要求、等を転送することができる。バススレーブインターフェイス843は、バス805上のバスマスターインターフェイスを伴う他のコンポーネントがシリアルインターフェイス801と通信できるようにする。

10

【0047】

バスインターフェイス833を経て、シリアルインターフェイス801は、バス805に接続されたタッチコントローラコンポーネントのためのインターフェイスをなし、他のタッチコントローラのシリアルインターフェイスを通して他のタッチコントローラのコンポーネントと通信する。種々の規範的通信は、マスター・タッチコントローラのコンポーネントとスレーブタッチコントローラのコンポーネントとの間の通信に関して以下に説明する。規範的な通信は、図8の単一の図示された規範的なシリアルインターフェイス801のみを使用して説明するが、マスター及びスレーブタッチコントローラの各々がシリアルインターフェイス801のようなシリアルインターフェイスを含み、そして「バスマスターインターフェイス」及び「バススレーブインターフェイス」を除いて、コンポーネントの特定の位置について「マスター」又は「スレーブ」と言うときは、各々、マスター・タッチコントローラ及びスレーブタッチコントローラを指すことを理解されたい。

20

【0048】

1つの規範的な通信において、マスターのプロセッサ811は、スレーブのメモリレジスタに書き込むことができる。マスターのプロセッサは、バスへ要求を送信し、その要求は、マスターのバススレーブインターフェイスによりピックアップされ、そのバススレーブインターフェイスは、要求を一連の12ビット送信としてエンコードし、そしてそれらの送信をシリアルリンク803にわたってスレーブへ送り出し、そこで、デコードする。スレーブにおいてデコードされた後に、要求は、スレーブのバスマスターインターフェイスへ転送され、そのバスマスターインターフェイスは、要求を取り上げて、スレーブのバスを経て送信し、スレーブのメモリへの要求された書き込みを行う。

30

【0049】

又、シリアルインターフェイス801は、特定形式の通信をサポートできる特殊なインターフェイスを含むこともできる。例えば、パネルスキャンコントロールインターフェイス844は、パネルスキャンコントロール817のための特殊なインターフェイスをなす。パネルスキャンコントロール817は、タッチセンシングのための刺激、復調、及び他の信号処理に対する一次コントロールである。それ故、マスター及びスレーブパネルスキャンコントロールの同期動作が要望される。マスターのパネルスキャンコントロールは、マスターのパネルスキャンコントロールインターフェイス844を通り、シリアルリンク803にわたってコントロールキャラクタを送信して、スレーブのパネルスキャンコントロールの動作をコントロールすると共に、スレーブの動作をマスターの動作と整合させることができる。あるケースでは、パネルスキャンコントロールインターフェイス844は、特殊なコントロールキャラクタを送信することができる。例えば、パネルスキャンコントロールが緊急データを送信する必要があるときに、パネルスキャンコントロールインターフェイスは、バック・ツー・バック送信コマンドをデータと共に含む。

40

50

【0050】

図9は、マスターのバック・ツー・バック送信を含む規範的な一連の送信901-905を示す。マスター送信周期901及びスレーブ送信周期902は、各々、マスターがパケット907を送信しそしてスレーブがパケット909を送信する通常の送信周期を表わす。マスター送信周期903の間に、マスターは、バック・ツー・バック送信コマンド917を含むパケット911を送信する。バック・ツー・バック送信コマンド917は、例えば、マスター送信周期中にスレーブに送信されるパケットの補助ビットにおいて送信されて、スレーブに、次のスレーブ送信周期中、マスターが送信するので、送信しないよう命令する。換言すれば、マスターは、スレーブ送信周期の1つを「ハイジャック」することにより2つの連続する送信周期に送信する。バック・ツー・バック送信は、タッチコントローラが時間に厳密な通信情報を有するとき及び情報量が著しく多くないときに、特に有用である。例えば、パネルスキャンコントロールにより通信されるコントロールパケットは、2バイトの長さしかなく、例えば、パケットの第1バイトは、コントロールパケットのスタートの指示であり、そしてパケットの第2バイトは、実際のコントロールパケットである。このケースでは、単一のバック・ツー・バック送信は、全パケットを送信するのに充分であり、そしてバック・ツー・バック送信により奪われるシリアルリンクの帯域は、受け容れられるものである。スレーブがパケットをデコードし、そしてバック・ツー・バック送信コマンドを認識するときに、スレーブは、次のスレーブ送信周期中に送信せず、むしろ、スレーブは、マスターからの送信を聴取する。従って、図9は、次の送信周期を、マスターがパケット913を送信するマスター送信周期904として示す。次の送信周期であるスレーブ送信周期905において、スレーブは、パケット915を送信し、そして交互のマスター/スレーブ送信周期を伴う通常の通信シーケンスが再開する。スレーブは、ある環境においてバック・ツー・バック送信を使用し、即ちバック・ツー・バック送信は、マスター送信に限定されない。10 20

【0051】

図8を参照し、規範的なパネルスキャンコントロール送信を詳細に説明する。パネルスキャンコントロール817は、シリアルリンク803にわたって送信すべきコントロールパケットをパネルスキャンコントロールが有することを指示するためにシリアルインターフェイス801に要求を送信する。シリアルインターフェイス801とパネルスキャンコントロール817との間でハンドシェークを行い、パネルスキャンコントロールに、シリアルインターフェイス801により、いつ要求が送信されるか通知する。このように、パネルスキャンコントロール817は、例えば、その要求に応じてスレーブがいつ行動すると予想されるか知ることができる。というのは、システムは、スレーブが要求に応じて行動するのに要する時間に対する既知の固定のレイテンシを有するからである。マスター及びスレーブのアクションは、例えば、コマンドの既知のレイテンシ及び既知の送信時間に基づいて整合することができる。それ故、図1-4を参照して上述したプロセスのような種々のタッチセンシングプロセスは、本開示の実施形態によるタッチコントローラのマスター/スレーブ構成で遂行される。30

【0052】

上述したように、タッチセンシング面のタッチセンシングスキャン中に、マスター及びスレーブタッチコントローラの各センスチャンネルによりタッチ情報が収集される。各センスチャンネルのタッチ情報は、アキュムレータ815のようなアキュムレータにおいて累積される。図10は、マスタータッチコントローラにおける規範的アキュムレータ1001を示す。アキュムレータ1001は、例えば、図2に示すタッチスクリーン201のようなタッチセンシング面の30本のセンス線に対応する30個の列を含み、それらは、マスターのセンスチャンネルにより収集されるマスター結果データ1003のための15個の列、及びスレーブのセンスチャンネルにより収集されるスレーブ結果データ1005に対する15個の列を含む。タッチセンシング面のスキャンの終わりに、即ち全てのセンス線からのタッチ情報がマスター及びスレーブタッチコントローラの対応するセンスチャンネルにより収集されたときに、マスター結果データ1003は、アキュムレータ10040 50

1 の列 0 ないし 1 4 に記憶されるが、スレーブ結果データはスレーブの対応アキュムレータに記憶されるので、列 1 5 ないし 2 9 は空である。従って、タッチ情報は、マスター及びスレーブタッチコントローラにより発生されてそこに記憶される。ある実施形態では、マスタータッチコントローラに記憶されるタッチ情報のような結果データは、マスターにおいて処理されて、タッチ位置、速度、接近度、等の出力データを得、そして同様に、スレーブタッチコントローラに記憶される結果データは、スレーブにおいて処理される。しかしながら、ある実施形態では、マスター及び 1 つ以上のスレーブに記憶される結果データは、単一のタッチコントローラにおいて処理される。例えば、スレーブタッチコントローラに記憶される結果データは、マスタータッチコントローラへ送信され、そして処理のためにマスターの結果データと共に合併される。この点に関して、スレーブのアキュムレータは、それが所定量のデータ（列）を累積すると、スレーブ結果データを送信するための要求をマスターへ送信することができる。10

【 0 0 5 3 】

例えば、スレーブのアキュムレータは、スレーブのバス 8 0 5 を通してスレーブのアキュムレータインターフェイス 8 4 5 と通信し、転送のためのデータが得られる（例えば、スキャンが完了した）ことをアキュムレータインターフェイスに指示する。アキュムレータインターフェイスは、スレーブのシリアル TX 区分 8 3 5 へ要求を発生し、この区分は、結果パケットを発生し、そしてその結果パケットをシリアルリンクにわたって送信することができる。結果パケットは、マスターのパケットデコーダ 8 3 1 によりデコードされ、そしてマスターのアキュムレータインターフェイス 8 4 5 によりマスターのバススレーブインターフェイスを通してマスタータッチコントローラのアキュムレータへ書き込むことができる。20

【 0 0 5 4 】

上述したように、各スキャンのタッチ情報を処理するのに許された時間には、限度がある。図 1 1 は、本開示の実施形態により、センスチャンネルの有効性を決定しそして無効チャンネルを結果データの転送から除外することを含む規範的な結果データ転送プロセスを示す。スレーブタッチコントローラが結果データをマスターへ転送する準備ができたときに、スレーブのアキュムレータインターフェイスは、チャンネルから情報を得（1 1 0 1）、そしてチャンネルが有効であるかどうか決定する（1 1 0 2）。例えば、チャンネル情報は、スレーブタッチコントローラのパネルスキャンコントロールにより遂行されるスペクトル分析機能によって決定されるノイズ情報である。チャンネルが、ノイズが多過ぎると決定された場合には、スレーブのアキュムレータインターフェイスは、チャンネルが有効でないことを決定し、そしてチャンネルは、マスターへの送信から除外される（1 1 0 3）。他方、チャンネルが有効であると決定された場合には、アキュムレータインターフェイスは、チャンネルのデータを送信パケットに書き込む（1 1 0 4）。チャンネルの識別もパケットに書き込まれる。例えば、1 つ以上の有効チャンネルの識別がパケットのヘッダに書き込まれ、ヘッダ情報は、パケットに含まれた有効チャンネルデータを識別する。このプロセスは、次いで、チャンネルが最後のチャンネルであるかどうか決定する（1 1 0 5）。チャンネルが最後のチャンネルである場合には、結果パケットがマスタータッチコントローラへ送信される（1 1 0 6）。さもなければ、アキュムレータインターフェイスは、次のチャンネルの情報を得（1 1 0 1）、そしてプロセスが繰り返される。30

【 0 0 5 5 】

ある実施形態において、チャンネルが有効であるか無効であるかの決定は、動的に行うことができ、即ちタッチセンシングの動作中にリアルタイムで行うことができる。例えば、各チャンネルのノイズレベルの決定をスキャンごとに行うことができ、それ故、チャンネルの有効性の決定は、スキャンごとに変化する。他の実施形態では、チャンネルの有効性を予め決定することができる。例えば、全てのスレーブ（又はマスター）センスチャンネルが使用されなくてもよく、即ち幾つかのセンスチャンネルがインアクティブでもよい。例えば、図 2 は、タッチスクリーン 2 0 1 が 3 0 本のセンス線を含み、そして 2 つのタッチコントローラの各々が 1 5 個のセンスチャンネルを備え、従って、マスター及びスレ40

ープの全てのセンスチャンネルが使用され、即ち全てのチャンネルが有効である 1 つの規範的な構成を示す。しかしながら、別の規範的実施形態では、タッチスクリーンは、例えば、25 本のセンス線を含み、そして 15 本のセンス線は、マスターの 15 個のセンスチャンネルに接続され、一方、残りの 10 本のセンス線は、スレーブのセンスチャンネルの 10 個に接続される。この例では、スレーブのセンスチャンネルの 5 個は、無効であると予め決定される。

【 0 0 5 6 】

チャンネルの有効性が動的に決定されるある実施形態では、決定がノイズに基づいてなされ、ノイズのあるチャンネルの結果データは、無効であると決定され、従って、マスターへは転送されない。ある実施形態では、決定は、センスチャンネルの検出された干渉に基づいてなされ、例えば、センスチャンネルと、センスチャンネル付近の他の回路、例えば、ディスプレイスクリーンに画像を表示するディスプレイ回路との間の干渉に基づいてなされる。他の実施形態では、スレーブのアキュムレータインターフェイスは、チャンネルの結果データがタッチを表わすか非タッチを表わすか決定する。結果データが非タッチを指示する場合には、アキュムレータインターフェイスは、チャンネルが無効であると決定し、そしてチャンネルの結果データをマスターへの転送から除外する。換言すれば、タッチを表わす結果データのみが転送される。他の実施形態では、あるチャンネルは、例えば、タッチスクリーン上の特定の位置のタッチ / 非タッチのみを指示するように特殊化される。

【 0 0 5 7 】

上述した機能の 1 つ以上は、メモリに記憶されて 1 つ以上のプロセッサにより実行されるソフトウェア及び / 又はファームウェアにより遂行できることに注意されたい。又、このファームウェアは、コンピュータベースのシステム、プロセッサ収容システムのようなインストラクション実行システム、装置又はデバイス、或いはそのインストラクション実行システム、装置又はデバイスからインストラクションをフェッチしてそれらインストラクションを実行する他のシステムにより使用するために又はそれらに関連して使用するために、コンピュータ読み取り可能な媒体に記憶され及び / 又はその中において搬送される。本書において、「コンピュータ読み取り可能な記憶媒体」とは、インストラクション実行システム、装置又はデバイスにより使用するために又はそれらに関連して使用するためにプログラムを収容し又は記憶できる媒体である。コンピュータ読み取り可能な媒体は、電子、磁気、光学、電磁、赤外線又は半導体システム、装置又はデバイス、ポータブルコンピュータディスクケット（磁気）、ランダムアクセスメモリ（RAM）（磁気）、リードオンリメモリ（ROM）（磁気）、消去可能なプログラマブルリードオンリメモリ（EPROM）（磁気）、ポータブル光学ディスク、例えば、CD、CD-R、CD-RW、DVD、DVD-R 又は DVD-RW、或いはフラッシュメモリ、例えば、コンパクトフラッシュカード、セキュアなデジタルカード、USB メモリデバイス、メモリスティック、等を含むが、それらに限定されない。

【 0 0 5 8 】

又、ファームウェアは、コンピュータベースのシステム、プロセッサ収容システムのようなインストラクション実行システム、装置又はデバイス、或いはそのインストラクション実行システム、装置又はデバイスからインストラクションをフェッチしてそれらインストラクションを実行する他のシステムにより使用するために又はそれらに関連して使用するために、搬送媒体内で伝播することもできる。本書において、「搬送媒体」とは、インストラクション実行システム、装置又はデバイスにより使用するために又はそれらに関連して使用するためにプログラムを通信し、伝播し又は搬送できる媒体である。又、読み取り可能な搬送媒体は、電子、磁気、光学、電磁又は赤外線のワイヤード又はワイヤレス伝播媒体を含むが、それらに限定されない。

【 0 0 5 9 】

本開示の種々の実施形態の潜在的な効果の幾つか、例えば、薄さ及び / 又は減少サイズは、ポータブル装置にとって特に有用であるが、本開示の実施形態の利用は、ポータブル

10

20

30

40

50

装置に限定されない。図12A-12Cは、本開示の実施形態によるタッチスクリーンにおいてマスター/スレーブ処理が具現化される規範的システムを示す。図12Aは、種々の実施形態に基づくマスター/スレーブタッチセンシング処理を含むタッチスクリーン1224付きの規範的移動電話1236を示す。図12Bは、種々の実施形態に基づくマスター/スレーブタッチセンシング処理を含むタッチスクリーン1226付きの規範的デジタルメディアプレーヤ1240を示す。図12Cは、種々の実施形態に基づくマスター/スレーブタッチセンシング処理を各々含むタッチスクリーン1228及びトラックパッド1230付きの規範的パーソナルコンピュータ1244を示す。

【0060】

以上、添付図面を参照して本発明の実施形態を詳細に述べたが、当業者であれば、種々の変更や修正が明らかであろう。例えば、上述した規範的実施形態におけるドライブ信号の発生/送信並びにセンス信号の処理は、8MHzクロック信号に基づく発生/送信、48MHzクロック信号に基づくアナログ/デジタル変換、12MHzクロック信号に基づくデシメーション、及び4MHzクロック信号に基づく復調のような動作を含むが、ある実施形態では、前記方法により幾つか又は全部を位相整列するようにして、他の動作を使用し、及び/又は他の周波数のクロック信号に基づいて、ドライブ信号を発生/送信し、及びセンス信号を処理することができる。そのような変更及び修正は、特許請求の範囲により規定されたここに開示する実施形態の範囲内に包含されることを理解されたい。

【0061】

以上によれば、本開示の幾つかの例は、タッチ感知面の共同動作のためにマスター/コントローラ及びスレーブコントローラのタッチ感知動作を同期させる方法に向けられる。この方法は、マスター/コントローラからスレーブコントローラへ第1のクロック信号を送信し；マスター/コントローラからスレーブコントローラへ位相整列情報を含む第1のコマンドを送信し；第1のクロック信号及び位相整列情報に基づいてスレーブコントローラにおいてスレーブクロック信号を発生し、そのスレーブクロック信号は、マスター/コントローラのマスタークロック信号と既知の位相関係で発生され；そしてタッチ感知を行って、マスター及びスレーブクロック信号に基づいてタッチ感知面上又はその付近でタッチを検出し、マスター/コントローラは、タッチ感知面の第1部分を動作し、スレーブコントローラは、タッチ感知面の第2部分を動作する。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、タッチ感知面の第1部分は、第1ドライブ線のセット及び第1センス線のセットを含み、タッチ感知面の第2部分は、第2ドライブ線のセット及び第2センス線のセットを含み、タッチ感知を行うことは、マスター/コントローラが1つ以上のドライブ信号を1つ以上の第1ドライブ線に印加しそして1つ以上のセンス信号を第1センス線から受信すると共に、スレーブコントローラが1つ以上のドライブ信号を1つ以上の第2ドライブ線に印加しそして1つ以上のセンス信号を第2センス線から受信することを含む。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、マスター/コントローラにより印加される1つ以上のドライブ信号は、マスタークロック信号に基づき、そしてスレーブコントローラにより印加される1つ以上のドライブ信号は、スレーブクロック信号に基づく。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、タッチ感知を行うことは、更に、1つ以上の第1センス線からマスター/コントローラにより受信されたセンス信号をマスタークロック信号に基づく1つ以上の復調信号で復調し、そして1つ以上の第2センス線からスレーブコントローラにより受信されたセンス信号をスレーブクロック信号に基づく1つ以上の復調信号で復調することを含む。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、ドライブ信号は、それらのドライブ信号が第1の時間周期中に1つ以上の第1ドライブ線及び1つ以上の第2ドライブ線に同時に生じるようマスター及びスレーブコントローラにより印加される。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、通信リンクは、シリアルリンクである。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、マスター/コントローラとスレーブコントローラとの間の通信は、マスター/コントローラ及びスレーブコントローラの交互の送信周期を含む。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、マスター/コント

10

20

30

40

50

ローラとスレーブコントローラとの間の通信は、マスターコントローラ及びスレーブコントローラの一方に対して2つの連続する送信周期を生じさせる第2コマンドの送信を含む。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、位相整列情報は、第1クロック信号のクロックサイクルの識別を含み、スレーブコントローラは、その識別されたクロックサイクルに基づいて前記スレーブクロック信号の位相をセットする。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、タッチ感知を行うことは、マスター及びスレーブクロック信号の位相関係に基づいてマスター及びスレーブコントローラの同相のドライブ信号でタッチ感知面を刺激すること、タッチ感知面から受信されたセンス信号を、マスター及びスレーブクロック信号の位相関係に基づいてマスター及びスレーブコントローラの同相の復調信号で復調すること、及びタッチ感知面から受信されたセンス信号を、マスター及びスレーブクロック信号の位相関係に基づいて同相で動作するマスター及びスレーブコントローラのデシメーションフィルタに印加すること、の1つを含む。

【0062】

本開示の他の例は、タッチ感知面の共同動作のためにマスターとスレーブコントローラとの間の通信をトレーニングする方法に向けられる。この方法は、マスターとスレーブコントローラからスレーブコントローラへ第1のクロック信号を送信し；マスターとスレーブコントローラからスレーブコントローラへシーケンス情報を含む第1のコマンドを送信し；第1クロック信号及びシーケンス情報に基づく通信シーケンスをスレーブコントローラにおいて開始し、通信シーケンスの第1部分中にマスターから通信を受け取り、そしてスレーブコントローラが、通信シーケンスの第2部分中にマスターへ通信を送出することを含む。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、シーケンス情報は、通信シーケンスの開始クロック信号、通信シーケンスの長さ、通信シーケンスの第1部分、及び通信シーケンスの第2部分のうちの1つの情報を含む。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、スレーブコントローラのローカルメモリに所定のシーケンス情報が予め記憶され、前記方法は、更に、ローカルメモリから所定のシーケンス情報を読み取ることを含み、通信シーケンスを開始することは、所定の情報に基づいてシーケンスを開始することを含む。上述した1つ以上の例に加えて又はそれとは別に、ある例では、所定のシーケンス情報は、通信シーケンスの長さ、通信シーケンスの第1部分、及び通信シーケンスの第2部分のうちの1つを含む。

【符号の説明】

【0063】

100：コンピューティングシステム

102：タッチプロセッサ

104：周辺機器

106：マスターとタッチコントローラ

108：センスチャンネル

110：チャンネルスキヤンロジック

111：バス

112：RAM

113：シリアルインターフェイス

114：ドライブロジック

115：電荷ポンプ

116：刺激信号

117：センス信号

120：タッチスクリーン

122：ドライブ線

123：センス線

124a：マスターとドライブインターフェイス

124b：スレーブとドライブインターフェイス

124aの右側の115：シリアルリンク

10

20

30

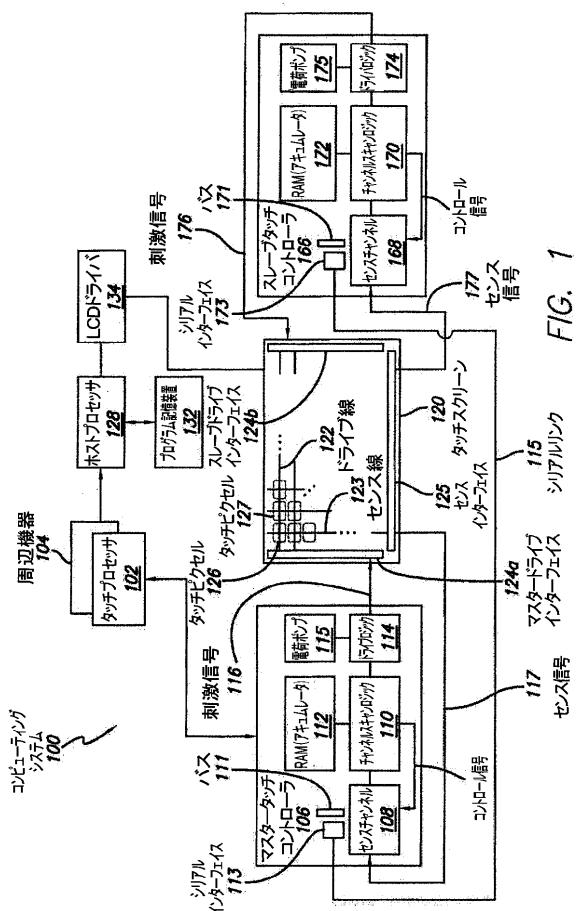
40

50

- 1 2 5 : センスインターフェイス
 - 1 2 6 : タッチピクセル
 - 1 2 7 : タッチピクセル
 - 1 2 8 : ホストプロセッサ
 - 1 3 2 : プログラム記憶装置
 - 1 3 4 : L C D ドライバ
 - 1 6 6 : スレーブタッチコントローラ
 - 1 6 8 : センスチャンネル
 - 1 7 0 : チャンネルスキャンロジック
 - 1 7 1 : バス
 - 1 7 2 : R A M
 - 1 7 3 : シリアルインターフェイス
 - 1 7 4 : ドライバロジック
 - 1 7 5 : 電荷ポンプ
 - 1 7 6 : 刺激信号
 - 1 7 7 : センス信号

10

【 図 1 】



【 义 2 】

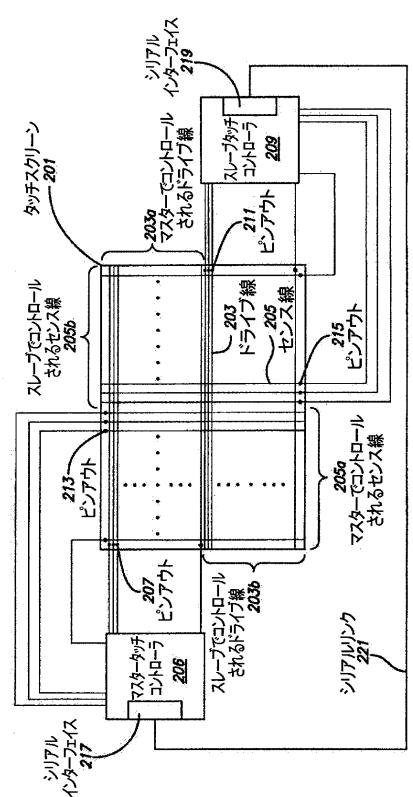
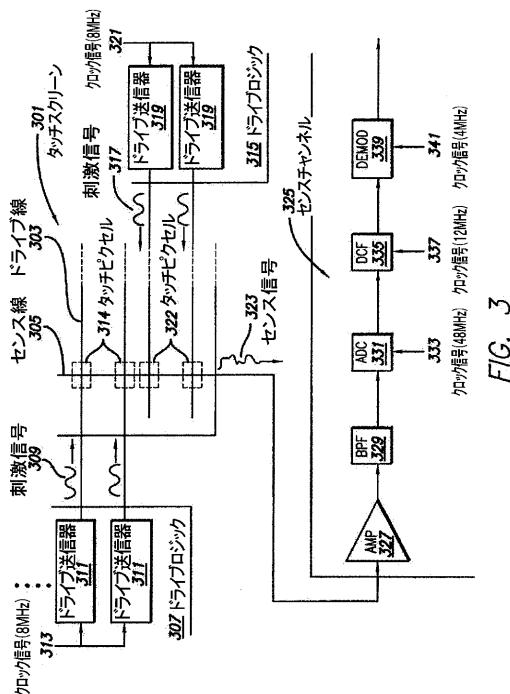


FIG. 2

【図3】



【図4】

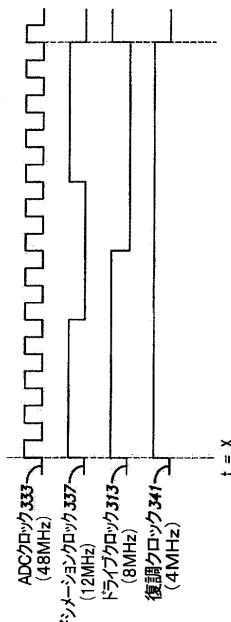
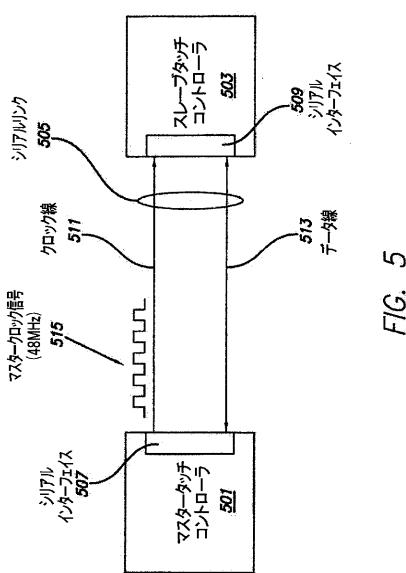


FIG. 4

【 义 5 】



【 义 6 】

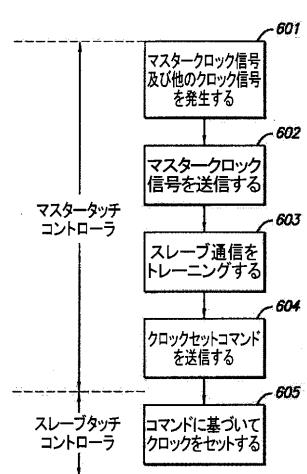
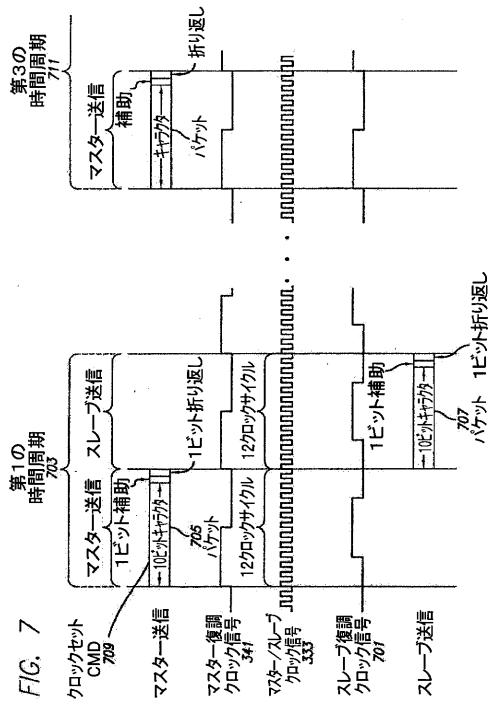
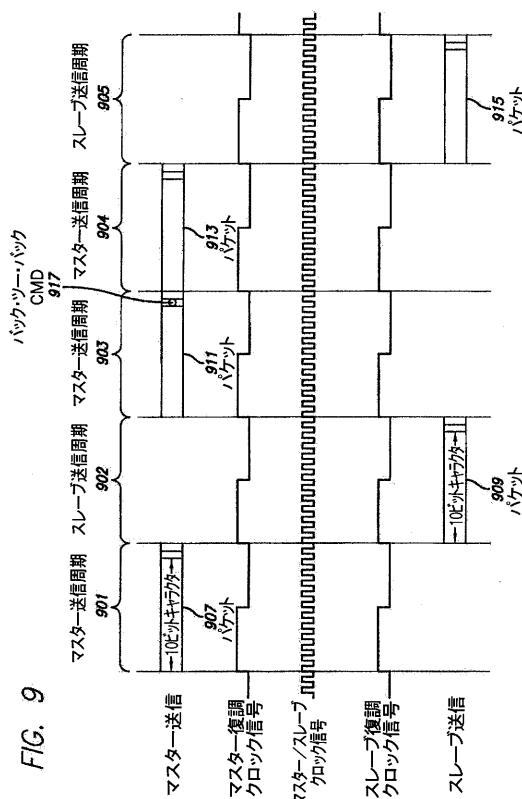


FIG. 6

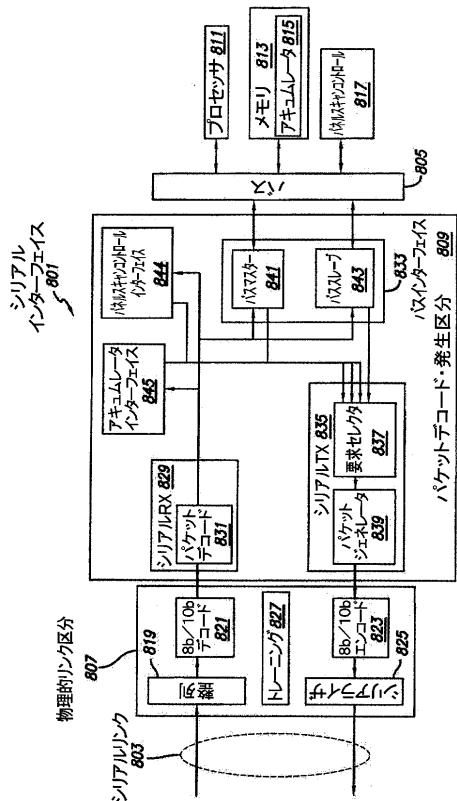
【 図 7 】



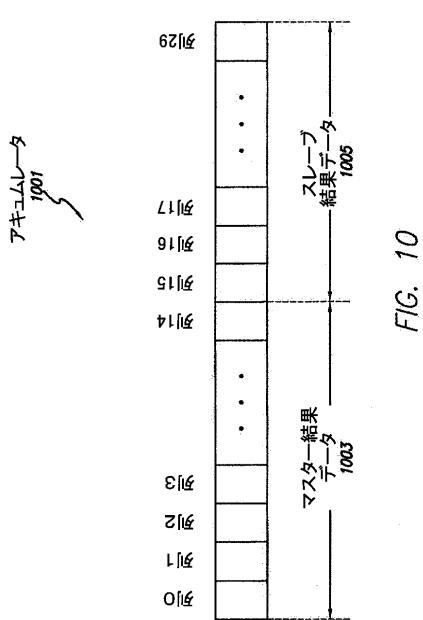
【 9 】



【 四 8 】



【図10】



【図 1 1】

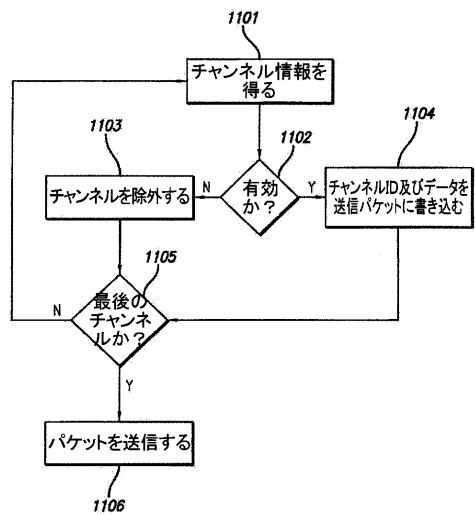


FIG. 11

【図 1 2 A】

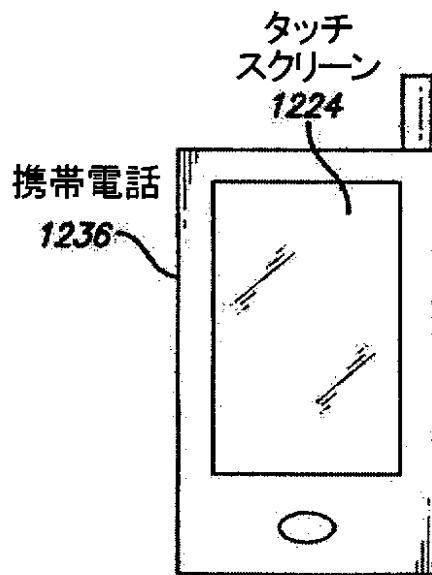


FIG. 12A

【図 1 2 B】

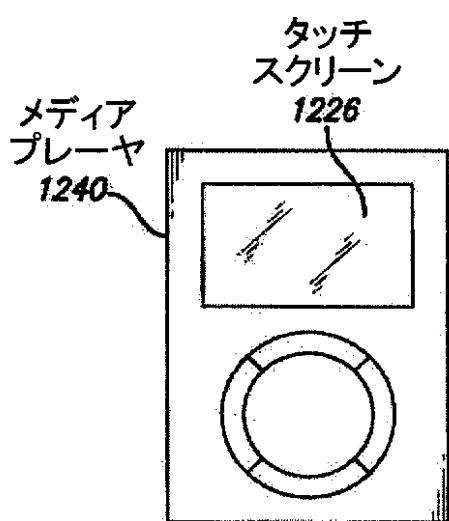


FIG. 12B

【図 1 2 C】

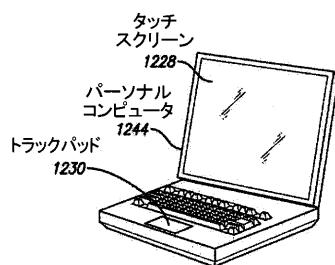


FIG. 12C

フロントページの続き

(74)代理人 100122563

弁理士 越柴 絵里

(72)発明者 ウィルソン トーマス ジェイムズ

アメリカ合衆国 95014 カリフォルニア州 クバチーノ インフィニット ループ 1 エ
ムエス 83-ティー アップル インコーポレイテッド内

(72)発明者 リーヴ リチャード ジェイムズ

アメリカ合衆国 95014 カリフォルニア州 クバチーノ インフィニット ループ 1 エ
ムエス 83-ティー アップル インコーポレイテッド内

審査官 中田 剛史

(56)参考文献 特開2009-252231(JP, A)

米国特許出願公開第2008/0158177(US, A1)

特開平07-110741(JP, A)

特開2008-047125(JP, A)

特開2010-061647(JP, A)

特開2010-108505(JP, A)

特開平05-324168(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 F 3 / 041